

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-187815

(43)Date of publication of application : 04.07.2000

(51)Int.CI.

G11B 5/39

(21)Application number : 10-362373

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 21.12.1998

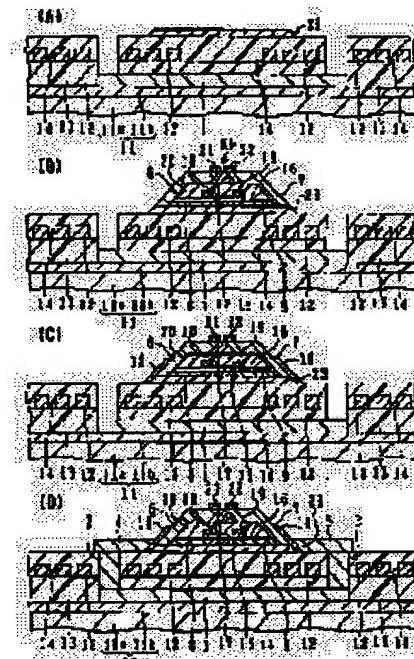
(72)Inventor : KONDO REIKO

## (54) THIN FILM MAGNETIC HEAD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an inexpensive horizontal type thin film magnetic head that has high performance with respect to a combined type thin film magnetic head, in which a recording head and a reproducing head are integrated.

**SOLUTION:** A thin film magnetic head has a floating surface which floats or comes into contact opposite to a recording medium. A thin film forming surface of the head is formed in parallel with the floating surface. A pair of tip parts form a gap. A first magnetic body thin film structure, which constitutes a first magnetic circuit with the gap, is provided with a first magnetic body thin film structure, which has a magneto-resistive effect film in a middle section, a nonmagnetic body film 15, which is formed on a portion of the surface of the first magnetic body thin film structure, a second magnetic body thin film structure, which is magnetically coupled to the first magnetic body thin film structure through the film 15 and constitutes a second magnetic circuit having the gap as a magnetic gap, and a coil 12 which surrounds a portion of the second magnetic body thin film structure.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-187815

(P2000-187815A)

(43) 公開日 平成12年7月4日 (2000.7.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 11 B 5/39

識別記号

F I

G 11 B 5/39

テマコード(参考)

5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-362373

(22) 出願日 平成10年12月21日 (1998.12.21)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 近藤 玲子

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100091340

弁理士 高橋 敬四郎

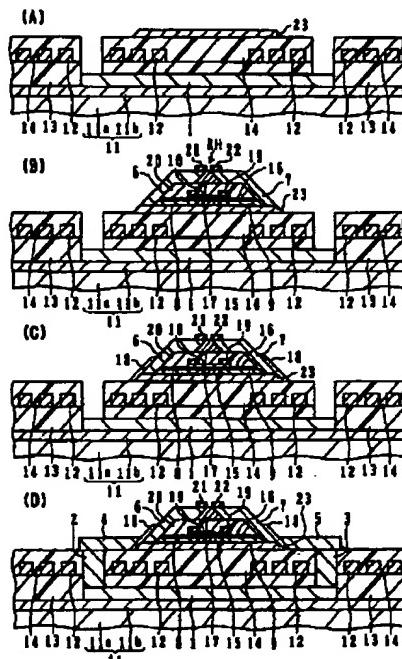
F ターム(参考) 5D034 AA03 BA03 BA08 BA15 BA18  
BB03

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 書き込み用ヘッドと再生用ヘッドとを集積化した複合型薄膜磁気ヘッドに関し、高性能かつ低価格の水平型薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 記録媒体に對向して浮上または接触する浮上面を有し、該浮上面と平行に薄膜磁気ヘッドの薄膜成膜面が形成されている薄膜磁気ヘッドであって、一对の端部がギャップを形成し、前記ギャップと共に第1の磁気回路を構成する第1の磁性体薄膜構造であって、中間部に磁気抵抗効果膜を有する第1の磁性体薄膜構造と、前記第1の磁性体薄膜構造の一部表面上に形成された非磁性体膜と、前記第1の磁性体薄膜構造に前記非磁性体膜を介して磁気的に結合され、前記ギャップを磁気ギャップとする第2の磁気回路を構成する第2の磁性体薄膜構造と、前記第2の磁性体薄膜構造の一部を取り巻くコイルとを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体に対向して浮上または接触する浮上面を有し、該浮上面と平行に薄膜磁気ヘッドの薄膜成膜面が形成されている薄膜磁気ヘッドであって、一対の端部がギャップを形成し、前記ギャップと共に第1の磁気回路を構成する第1の磁性体薄膜構造であって、中間部に磁気抵抗効果膜を有する第1の磁性体薄膜構造と、前記第1の磁性体薄膜構造の一部表面上に形成された非磁性体膜と、前記第1の磁性体薄膜構造に前記非磁性体膜を介して磁気的に結合され、前記ギャップを磁気ギャップとする第2の磁気回路を構成する第2の磁性体薄膜構造と、前記第2の磁性体薄膜構造の一部を取り巻くコイルとを有する薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 さらに、前記磁気抵抗効果膜と前記第1の磁性体薄膜構造の残りの部分との間に配置された電気的絶縁膜と、前記磁気抵抗効果膜に電気的に接続された一対の電極とを有する薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 さらに支持基板を有し、前記第2の磁性体薄膜構造が前記支持基板上に配置され、前記第1の磁性体薄膜構造が前記第2の磁性体薄膜構造上部と高さ方向の重なりを有して上部に突出して配置されている請求項1または2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記第1の磁性体薄膜構造が一対のテバ状斜面部を有し、前記非磁性体は前記斜面部上に形成された一対の膜を含み、前記第2の磁性体薄膜構造は前記非磁性体上に配置され、断面積が次第に減少する一対の先端部を有する請求項3記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記非磁性体の両側で前記第1の磁性体薄膜構造と前記第2の磁性体薄膜構造とが段違いに配置されている請求項4記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記第1の磁性体薄膜構造の一対の端部は先端に向かうほど断面積が減少するテバ部を有する請求項3または4記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 前記第1の磁性体薄膜構造は、前記テバ部の上に形成された一対のポールピースを有する請求項5記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 前記ギャップ以外において、前記第1および第2の磁気回路の切断部分は浮上面に面していない請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】 磁気抵抗効果膜が巨大磁気抵抗効果膜である請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】 磁気抵抗効果膜には、膜面垂直方向に電流が流れるように電極端子が結合している請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項11】 磁気抵抗効果膜には、磁区制御を目的として、高保磁力膜または反強磁性膜が、磁的に、一部または全体に接触して配されている請求項1記載の薄

膜磁気ヘッド。

【請求項12】 記録媒体に対向して浮上または接触する浮上面を有し、該浮上面と平行に薄膜磁気ヘッドの薄膜成膜面が形成されている薄膜磁気ヘッドであって、

- 1 主表面を有する非磁性体の支持基板と、前記支持基板の1主表面上に形成された第1の平坦部と第1の平坦部の両端部上で立ち上がり、上面を形成する一対の柱状部を含む第1の磁性体と、前記第1の平坦部を埋め込み、前記1対の柱状部の周囲を埋め込んで前記上面とほぼ同一面を形成する非磁性の第1の電気的絶縁体と、前記第1の電気的絶縁体中に埋め込まれ、前記柱状部を取り巻くコイルと、前記第1の電気的絶縁体上に形成され、所定の間隔を置いて配置された一対の第2の磁性体と、前記所定の間隔をまたぐように前記一対の第2の磁性体上に形成された磁気抵抗効果膜と、前記磁気抵抗効果膜を覆って、前記一対の第2の磁性体上に形成された非磁性体の第2の電気的絶縁体と、前記一対の第2の磁性体の両外端に磁気的に結合し、前記第2の電気的絶縁体上に配置され、上部で磁気ギャップを形成する一対の第3の磁性体と、前記一対の第2の磁性体および1対の第3の磁性体の少なくとも1方の側面上に形成された一対の非磁性膜と、前記第1の磁性体の上面、前記第1の電気的絶縁体および前記非磁性膜上に形成され、前記第1の磁性体と前記第2または第3の磁性体とを磁気的に結合する一対の第4の磁性体とを有する薄膜磁気ヘッド。

【請求項13】 さらに、前記一対の第3の磁性体の磁気ギャップの両側上に形成され、ポールピースを形成する磁性材料の一対の第5の磁性体を有する請求項12記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項14】 さらに、前記第1の電気的絶縁体と前記第2の電気的絶縁体との間に配置された非磁性の第3の電気的絶縁体を有する請求項12または13記載の薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は薄膜磁気ヘッドに関する、特に書き込み用ヘッドと再生用ヘッドとを集積化した複合型薄膜磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ハードディスク等の磁気記録媒体の記録／再生に薄膜磁気ヘッドが用いられている。通常の薄膜磁気ヘッドでは、A1, O, TiC等のセラミックで形成されたスライダの後端面上にヘッド構造が形成されている。このような薄膜磁気ヘッドを作成するにはA1, O, TiC基板上にヘッド構造を形成した後、切断工程、研磨工程を必要とする。特に、研磨工程が複雑となる。

【0003】高性能かつ低価格の薄膜磁気ヘッドとして水平型ヘッドが提案されている。水平型ヘッドは、薄膜構造が浮上面と平行な面上に形成された磁気ヘッドである。水平型ヘッドは安定して低浮上量のヘッドを製作しやすく、機械加工部を減らしやすい。機械加工部の減少により低価格を実現しやすい。

【0004】例えば、S i 基板の表面に凹部を形成し、凹部内にギャップを含むループ状磁気回路と、磁気回路を取り巻くコイルとを形成した水平型薄膜磁気ヘッドが提案されている（例えばIEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, Vol. 25, p. 3190, 1989）。この水平型薄膜磁気ヘッドは、誘導型ヘッドを構成し、コイルに電流を流すことによって生じる起磁力によって磁束を発生させて記録を行い、磁気記録媒体からの信号界磁の変化を磁気回路に導入し、コイルに生じる起電力を検知することによって記録の再生を行う。

【0005】しかしながら、誘導型磁気ヘッドでは、再生時の出力が磁気記録媒体と磁気ヘッドの相対速度に依存する。磁気記録媒体の高記録密度化、小型化により相対速度が低下すると、再生感度も低下してしまう。又、ディスク型磁気記憶媒体の内周部と外周部においては磁気記録媒体と磁気ヘッドとの相対速度が変化するため、再生感度も変化してしまう。

【0006】再生用磁気ヘッドとして磁気抵抗効果膜を用いるヘッドが知られている。磁気記録媒体から印加される磁界の強度によって磁気抵抗効果膜の抵抗は変化する。この変化分を検出することにより、記録された情報を再生することができる。磁気抵抗効果膜を用いた再生ヘッドは、磁気記録媒体と磁気ヘッドとの相対速度に依存しない検出感度を有する。このため、磁気抵抗効果膜を用いた再生ヘッドは、高記録密度、小型の磁気記録媒体に対しても高感度を実現し易い磁気ヘッドである。

【0007】水平型薄膜磁気ヘッドにおいても、誘導型記録ヘッドと、磁気抵抗効果膜を用いた再生ヘッドとを別体に作成した構成が提案されている（例えばIEEE

TRANSACTIONS ON MAGNETIC S, Vol. 25, No. 5, p. 3686, 1989）。この構成は、再生ヘッドとして磁気抵抗効果膜を用いているため、再生感度の向上を図ることができる。しかしながら、記録ヘッドと再生ヘッドとを別体に製作するため製造工程数が増加し、製造価格を上昇させてしまう。

【0008】記録用磁気ヘッドの磁気コアの一部と再生用磁気ヘッドの磁気コアの一部とを共通に用いる構成も提案されている（例えば特開平7-272225号）。

記録用磁気ヘッドのギャップと、再生用磁気ヘッドのギャップとは別体に形成されているが、磁気コアの一部を共有するため、製造工程数の低減が可能となっている。しかしながら、磁気記録媒体対向面にギャップが2

つ存在し、記録時には記録ギャップのみならず再生ギャップからも漏洩磁界が発生する。すなわち、再生ギャップも疑似記録ギャップとなり、磁気記録媒体上にノイズを録音してしまう。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、高性能かつ低価格の薄膜磁気ヘッドとして水平型薄膜磁気ヘッドが提案されている。しかしながら、今までに提案された水平型薄膜磁気ヘッドは、記録性能、再生性能のいずれにおいても充分なものとは言い難い。

【0010】本発明の目的は、高性能かつ低価格の水平型薄膜磁気ヘッドを提供することである。

【0011】本発明の他の目的は、構成が比較的簡単で、かつ記録時、再生時に不具合を生じることの少ない水平型薄膜磁気ヘッドを提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によれば、記録媒体に対向して浮上または接触する浮上面を有し、該浮上面と平行に薄膜磁気ヘッドの薄膜成膜面が形成されている薄膜磁気ヘッドであって、一対の端部がギャップを形成し、前記ギャップと共に第1の磁気回路を構成する第1の磁性体薄膜構造であって、中間部に磁気抵抗効果膜を有する第1の磁性体薄膜構造と、前記第1の磁性体薄膜構造の一部表面上に形成された非磁性体膜と、前記第1の磁性体薄膜構造に前記非磁性体膜を介して磁気的に結合され、前記ギャップを磁気ギャップとする第2の磁気回路を構成する第2の磁性体薄膜構造と、前記第2の磁性体薄膜構造の一部を取り巻くコイルとを有する薄膜磁気ヘッドが提供される。

【0013】本発明の他の観点によれば、記録媒体に対向して浮上または接触する浮上面を有し、該浮上面と平行に薄膜磁気ヘッドの薄膜成膜面が形成されている薄膜磁気ヘッドであって、1主表面を有する非磁性体の支持基板と、前記支持基板の1主表面上に形成された第1の平坦部と第1の平坦部の両端部上で立ち上がり、上面を形成する一对の柱状部を含む第1の磁性体と、前記第1の平坦部を埋め込み、前記1対の柱状部の周囲を埋め込んで前記上面とほぼ同一面を形成する非磁性の第1の電気的絶縁体と、前記第1の電気的絶縁体中に埋め込まれ、前記柱状部を取り巻くコイルと、前記第1の電気的絶縁体上に形成され、所定の間隔を置いて配置された一对の第2の磁性体と、前記所定の間隔をまたぐように前記一对の第2の磁性体上に形成された磁気抵抗効果膜と、前記磁気抵抗効果膜を覆って、前記一对の第2の磁性体上に形成された非磁性体の第2の電気的絶縁体と、前記一对の第2の磁性体の両端部に磁気的に結合し、前記第2の電気的絶縁体上に配置され、上部で磁気ギャップを形成する一对の第3の磁性体と、前記一对の第2の磁性体および1対の第3の磁性体の少なくとも1方の側面上に形成された一对の非磁性膜と、前記第1の磁性体

の上面、前記第1の電気的絶縁体および前記非磁性膜上に形成され、前記第1の磁性体と前記第2または第3の磁性体とを磁気的に結合する一対の第4の磁性体とを有する薄膜磁気ヘッドが提供される。

【0014】再生用磁気ヘッドの磁気回路の一部に、非磁性体を介して記録用磁気ヘッドの磁気回路を結合している。磁気ギャップが1つのため、記録時にノイズを生じることが少ない。再生時には、磁気記録媒体から導入した磁束は、主に再生用磁気ヘッドの磁気回路を流れるため、高感度で記録を再生することが可能である。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0016】図1(A)は、本発明の実施例による水平型薄膜磁気ヘッドの構成を示す概略断面図である。

【0017】図1(B)は、図1(A)の一部を拡大して示す部分断面図である。図1(A)に示すように、例えばSi層11aの上に酸化シリコン層11bを備えたシリコン基板11の表面上に、強磁性体膜1が形成される。強磁性体膜1は、磁気コアの一部を構成するものであり、例えばストライプ形状を有する。強磁性体膜1を覆うように、Si基板11の表面上に非磁性的電気的絶縁膜13が形成される。電気的絶縁膜13の表面は平坦になるように形成され、強磁性体膜1の両端を露出する開孔が設けられる。

【0018】電気的絶縁膜13の上に、コイル12が形成される。図示の構成においては、コイル12は図中左部分および右部分でそれぞれ開孔部を取り巻くように形成される。コイル12を覆って、他の非磁性的電気的絶縁膜14が形成される。この電気的絶縁膜14においても、電気的絶縁膜13の開口部と同一個所又は対応する個所に開孔が設けられる。開孔部を埋め込むように、柱状の強磁性体膜2、3が形成される。強磁性体膜2、3の上面は、電気的絶縁膜14の上面とほぼ同一の面を構成する。

【0019】電気的絶縁膜14の中央部上に、非磁性体膜15が形成される。非磁性体膜15の側面は順テープ状になるように成形されている。非磁性体膜15の両側面に連続するように1対の強磁性体膜8、9が形成されている。強磁性体膜8、9と非磁性体膜15の上面は、ほぼ同一の面を形成するように成形されている。

【0020】非磁性体膜15および1対の強磁性体膜8、9の上面に、非磁性的電気的絶縁膜16が形成され、その上に磁気抵抗効果膜10が形成される。磁気抵抗効果膜10は、下部の強磁性体膜8、9を跨ぐように形成されている。磁気抵抗効果膜10の両端には電極19が形成されている。このように形成された磁気抵抗センサー部を覆うように非磁性的電気的絶縁膜20が形成される。

【0021】なお、電気的絶縁膜20、非磁性絶縁膜1

6、強磁性体膜8、9の側面は、共通の斜面を構成するように順テーパー状に成形されている。電気的絶縁膜20の上面に順テーパー状側面を有する非磁性絶縁膜17が形成されている。電気的絶縁膜20上かつ非磁性絶縁膜17の側面に連続するように、1対の強磁性体膜6、7が形成され、非磁性絶縁膜17の上面に磁気ギャップを構成する。

【0022】強磁性体膜6、7は電気的絶縁膜20、非磁性絶縁膜16、強磁性体膜8、9の傾斜した側面上に延在し、側面に順テーパー状の斜面を形成している。この斜面上に、非磁性膜18が形成されている。非磁性膜18の外側側面から電気的絶縁膜14の上面に連続し、電気的絶縁膜14の開口部を埋める強磁性体膜2、3に連続するように、1対の強磁性体膜4、5が配置されている。なお、強磁性体膜2、4及び3、5は別体の強磁性体膜で形成しても、一体の強磁性体膜で形成してもよい。

【0023】図1(B)は、図1(A)に示した複合薄膜磁気ヘッド構造の再生ヘッド部分を拡大して示す断面図である。磁気抵抗効果膜10、強磁性体膜8、9、強磁性体膜6、7が一部ギャップを有する磁気回路を構成する磁気コアとなる。磁気抵抗効果膜10は、一对の強磁性体膜8、9と電気的絶縁膜16によって離されているが、近傍に配置されているために充分な磁気的結合を有する。非磁性体膜17が構成する磁気ギャップから外部磁界が導入されると、磁束は強磁性体膜6、7および8、9を通り、磁気抵抗効果膜10に磁界を印加する（磁束の流れは6→8→10→9→7または7→9→10→8→6となる）。この磁界により、磁気抵抗効果膜10の抵抗が変化し、電極19間に流れる電流が変調される。このような構成により、磁気抵抗効果を用いた再生ヘッドが構成される。

【0024】図1(A)に示すように、再生ヘッドの磁気コアの一部6、7の側面上に、非磁性体膜18を介して強磁性体膜4、5及び2、3が磁気的に結合している。強磁性体膜2、3は、強磁性体膜1と接続されて、記録用磁気コアを形成している。従って、コイル12に電流を流すと、強磁性体膜2、3に起磁力が生じ、一部ギャップを有するループ状磁気回路1、2、3、4、5、6、7、を介して非磁性体膜17の磁気ギャップから磁束を漏洩させる。この磁束により、磁気記録媒体に対する書き込みを行うことができる。

【0025】磁気ギャップ(6-7間)以外の磁気回路の切断部(4-6間の18、5-7間の18、8(9)-10間の16)は、全て磁気ギャップよりも浮上面から離れた位置に形成されている。従って、これらの磁気回路切断部が疑似ギャップとして作用する可能性は小さい。

【0026】強磁性体膜1、2、3、4、5、6、7、8、9としては、CoFeNiS等のCoFe系材料

や、NiFe(バーマロイ)等のNiFe系材料を用いることができる。これらの材料は、保磁力の小さな軟磁性体である。各強磁性体膜は、スパッタリング等による成膜後、イオンミリング等により所定の形状にバターニングしても、レジスト等でフレームを形成し、フレームの開口部に選択メッキを行うことにより形成してもよい。

【0027】コイル12は、低抵抗の電流路を形成するためには充分な厚さを有することが望まれる。このようなコイルを形成する好ましい方法としては選択メッキ法がある。すなわち、レジスト等でフレームを形成し、開口部に銅等の良導電体の選択メッキを行うことによりコイル12を形成することができる。電極19は、コイル12同様選択メッキで形成することもできるが、スパッタリング等によって成膜をした後レジストパターンを用いて選択エッチング又はイオンミリング等を行いバターニングをしてよい。

【0028】電気的絶縁膜13、14、20は、平坦な表面を形成することが好ましく、レジスト等を用いて形成することができる。なお、他の絶縁材料を用い、成膜後表面を平坦化してもよい。又、レジスト以外の平坦化機能を有する絶縁膜を形成してもよい。非磁性体膜16、17、18としては、A1、O<sub>1</sub>等を用いることができる。

【0029】図1(A)、(B)に示す水平型薄膜磁気ヘッドの製造工程を、図2(A)～図4(C)を参照して以下に説明する。

【0030】図2(A)に示すように、Si基板11の表面上にCoFe系材料またはNiFe系材料を用いて強磁性体膜1をスパッタリングやメッキにより厚さ1～3μm程度成膜する。強磁性体膜1の成膜後、その表面上にホトレジストパターンPR1を形成する。レジストパターンPR1は、レジストを塗布した後、露光、現像を行うことにより作成することができる。このホトレジストパターンPR1をマスクとし、イオンミリング等を行うことにより強磁性体膜1をバターニングする。その後レジストパターンPR1は除去する。

【0031】図2(B)に示すように、強磁性体膜1のバターニング後、その表面を覆うように基板1上に他のホトレジスト層13を塗布し、露光、現像を行うことによって強磁性体膜1の両端部上に開口A1を形成する。

【0032】レジスト層13に開口A1を形成した後、加熱を行うことによりレジスト層13の表面を平坦化し、さらにレジスト層13を硬化させる。この加熱処理は、通常のポストピーク温度よりも高い150°C～300°C付近で行うことが好ましい。充分硬化させたホトレジスト層13は、その後レジスト剥離液等によつても除去されないようになる。レジスト層13を硬化させた後、露出表面上に選択メッキを進行させるための初期導

電層S1を形成する。なお、図示の簡略化のため以下の図面においては初期導電層S1の図示を省略する。

【0033】図2(C)に示すように、硬化したレジスト層13の上に新たなレジスト層PR2を塗布し、露光、現像することによってコイルを作成する領域に開口を形成する。このレジストパターンPR2をメッキ用のマスクとし、選択メッキを行うことにより開口部内にコイル12を形成する金属層を選択的にメッキする。金属層12は例えば銅で形成され、厚さ1～3μm程度を有する。その後、メッキをマスク(フレーム)として用いたホトレジストパターンPR2は除去する。

【0034】なお、図2(A)、(B)に示した強磁性体膜1の形成も、上述のコイルを形成するための選択メッキ法により形成してもよい。

【0035】図2(D)に示すように、形成したコイル12を覆うように、他のホトレジスト層14を塗布し、露光、現像することにより開口A1の上に開口A2を形成する。開口A2を形成したレジスト層14に対し、レジスト層13に対して行ったのと同様の加熱処理を行い、表面を平坦化すると共に充分な硬化を行わせる。

【0036】このようにして形成されたレジスト層13、14は、それぞれ平坦な表面を形成すると共に、通常のレジスト剥離剤等には溶け難い性質を有するようになる。

【0037】この段階で、開口A1、A2を埋め込む選択メッキを行ってよい。しかしながら、開口A1、A2を埋め込む成膜工程は、他の成膜工程と共にを行うこともできる。以下の説明においては、他の成膜工程と共に開口A1、A2を埋め込む成膜を行う場合を説明する。

【0038】レジストで形成した電気的絶縁膜14の表面上に、A1、O<sub>1</sub>等の非磁性絶縁体で形成した非磁性絶縁膜15をスパッタリング等により成膜する。非磁性絶縁膜15の上にレジストパターンを形成し、イオンミリング、エッチング等により非磁性絶縁膜15をバターニングする。

【0039】なお、バターニング工程においては、バターニングされた側面が順テーパー角を形成するようにプロセスバラメータを選択することが望ましい。例えば、レジストパターンの側壁に順テーパー角を持たせ、垂直にミリングすることにより非磁性絶縁膜15の側壁に順テーパー角を持たせることができる。なお、非磁性絶縁膜15の代わりに、Cu等の非磁性導電膜を形成してもよい。

【0040】非磁性絶縁膜15のバターニング後、非磁性絶縁膜15を覆つて電気的絶縁膜14表面上にCoFe系材料やNiFe系材料を用い、強磁性体膜を成膜する。この強磁性体膜上にレジストパターン等のマスクを形成し、バターニングすることにより非磁性絶縁膜15の両側に一对の強磁性体膜8、9をバターニングする。

【0041】この強磁性体膜8、9の側面も順テーバー角を有するようにプロセスバラメータを選択することが望ましい。なお、非磁性絶縁膜15とその両側の強磁性体膜8、9は、ほぼ同一の面を形成することが望ましい。例えば、これらの膜を形成した後、研磨等の平坦化工程を採用しても良い。

【0042】図3(A)に示すように、非磁性絶縁膜15、強磁性体膜8、9の表面を覆うように、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の非磁性絶縁膜16を成膜し、バターニングする。この非磁性絶縁膜16は、充分な電気的絶縁性が得られれば薄いほうが好ましい。非磁性絶縁膜16の成膜後、磁気抵抗効果膜10を厚さ0.001μm～1μm程度成膜し、バターニングする。磁気抵抗効果膜10としては、NiFe等の異方性磁気抵抗効果膜やNiFe/Cu/NiFe/FeMn等のスピンドルス膜、(CoFe/Cu)<sub>n</sub>等の人工格子膜等(スピンドルス膜、人工格子膜を併せて巨大磁気抵抗効果膜と呼ぶ)、巨大磁気抵抗効果膜を用いてもよい。

【0043】図3(B)に示すように、磁気抵抗効果膜10の上に電極端子19を成膜し、バターニングする。このように形成した磁気抵抗効果素子を覆うように、非磁性絶縁膜20をレジスト等を用い成膜し、バターニングする。この時、後に形成する強磁性体膜が所望の角度で成膜されるように、非磁性絶縁膜20側面に所望のテーバー角が形成されるようにバターニングする。非磁性絶縁膜20をレジストで形成した場合は、レジスト層13、14と同様成形後加熱を行い、表面を平坦化すると共に充分硬化させることが好ましい。

【0044】図3(C)に示すように、非磁性絶縁膜20の上に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等を用い、非磁性膜17を成膜し、バターニングする。この非磁性膜17のバターニングにおいても、側面が所望のテーバー角を形成するようバターニングすることが望ましい。

【0045】図4(A)に示すように、強磁性体膜6、7を成膜し、バターニングする。非磁性体膜17が形成する磁気ギャップ近傍については、正確なトラック幅及びギャップを形成するため、平坦化技術、イオンミーリング等を用いることが望ましい。

【0046】図4(B)に示すように、強磁性体膜6、7の側面上に非磁性膜18を成膜し、バターニングする。この非磁性膜18も、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の電気的絶縁体で形成することが望ましい。その後、非磁性体膜18を介して強磁性体膜6、7と磁気的に結合する強磁性体膜4、5(2、3を含む)を形成する。この強磁性体膜の形成は、図4(B)の段階でメッキ用の初期導電層S2を形成し、図2(C)に示すようなレジストパターンを形成し、選択メッキで行うことができる。又、図2(D)の段階で開口A1、A2を埋め込む強磁性体膜を形成しておき、図4(C)の段階では強磁性体膜4、5を成膜し、バターニングすることもできる。その他、種

々の公知の方法を用いて強磁性体膜2、3及び4、5を形成することができる。強磁性体膜1、2、3、4、5、6、7、8、9は全てCoFe系膜、NiFe系膜等の保磁力の小さな軟磁性膜の内、同じ材料で形成しても異なる材料で形成しても良い。

【0047】強磁性体膜6、7、8、9および磁気抵抗効果膜10は、再生用の磁気コア一回路を形成する。強磁性体膜が接合または磁気的結合する場所においては、強磁性体膜の先端をテーパー状とし、徐々に断面積が減少するようになると好ましい。このような構成により、安定な磁気的特性を得ることが容易になる。又、磁気ギャップ近傍においては、磁気記録媒体に対向する面が平坦であり、強磁性体膜の断面積が徐々に減少することが望ましい。このような構成とすることにより、高感度で外部磁界を有効に強磁性体膜6、7に取り込むことができる。

【0048】また、コイル12に電流を流して磁気記録媒体に記録を行う場合、強磁性体膜6、7の先端が徐々に狭まるることにより、有効に漏洩磁束を形成することができる。

【0049】強磁性体膜6、7と強磁性体膜4、5の間に挿入された非磁性絶縁膜18は、記録専用磁気回路1、2、3、4、5と再生用/記録用磁気回路6、7の間に磁気的なギャップを挿入する。

【0050】記録時においては、コイル12により充分な起磁力を発生させれば、非磁性絶縁膜18を介して充分な磁束が強磁性体膜6、7に導入され、磁気記録媒体に充分な記録を行うことができる。

【0051】再生時には、非磁性絶縁膜18により、導入された磁束の大部分は強磁性体膜6、7から強磁性体膜8、9を介して磁気抵抗効果膜10に導入される。

【0052】また、非磁性絶縁膜18により、記録用磁気回路は電気的に分断されるため、渦電流などの発生を防止することができる。

【0053】上述の実施例においては、非磁性体膜17の斜面の上に強磁性体膜6、7の先細りテーパーを係合させて磁気ギャップを形成した。この構成によれば、非磁性体膜17および強磁性体膜6、7の上表面を調整することにより、磁気ギャップを調整することができるが、強磁性体膜6、7の上表面の高さ制御がそのまま磁気ギャップの寸法制御となり、強磁性体膜6、7の上面形成に注意を要する。

【0054】図5は、高精度の磁気ギャップを容易に作成することのできる他の実施例を示す。

【0055】図5(A)は、図4(A)と同一の構成を示す。図2(A)～(D)、図3(A)～(C)および図4(A)の工程を行うことにより、図5(A)の構成を得る。

【0056】図5(B)に示すように、強磁性体膜6、7及び非磁性体膜17の表面を形成した後、この表面上

11

に強磁性体膜21、22を厚さ約 $0.01\mu\text{m}$ ～ $1\mu\text{m}$ 程度成膜し、バターニングする。これらの強磁性体膜21、22の間隔により、磁気ギャップが定まる。強磁性体膜21、22は、強磁性体膜6、7よりも薄いため、ギャップ部分のバターニングは容易に行える。従って、高い寸法精度を有する磁気ギャップを容易に作成することができる。

【0057】図5(C)に示すように、強磁性体膜6、7の斜面上に非磁性体膜18を成膜、バターニングし、さらに強磁性体膜4、5、2、3を成膜し、バターニングする。なお、非磁性体膜18および強磁性体膜4、5、2、3の製造プロセスは、図4(A)、(B)、(C)を参照して説明した製造プロセスと同様である。

【0058】上述の実施例においては、再生用磁気コアの強磁性体膜8、9、6、7および記録用磁気コアの強磁性体膜4、5は、共に非磁性絶縁体膜14の表面上に非磁性体膜18を介して形成された。従って、記録ヘッドの強磁性体膜4、5と再生磁気コアの強磁性体膜6、7の磁気的結合は、非磁性体膜18の透磁率および厚さによって制御される。磁気的結合を変化させようとする場合、非磁性体膜18の厚さを調整することになる。他のパラメータによって記録ヘッドの磁気コアと再生ヘッドの磁気コアの結合程度を変化させることができる。

【0059】図6は、再生ヘッドの磁気コアと記録ヘッドの磁気コアの結合をより自由に変更することのできる他の実施例を示す。

【0060】先ず、図2(A)～(C)に示す工程を行い、選択メッキに用いたレジストバターンPR2を除去する。その後コイル12を覆うレジスト層14を塗布し、露光、現像して開口を形成する。開口を形成したレジスト層14を加熱して表面の平坦化と硬化を行い、非磁性絶縁体膜14を形成する。

【0061】その後、非磁性絶縁体膜14の表面上に、さらに非磁性体膜23を厚さ1～2.5μm程度成膜し、バターニングを行う。非磁性体膜23は、非磁性体絶縁膜14同様レジストを用いて形成することができる。なお、非磁性体膜23の側面は、所望の順テーパー角を形成することが望ましい。また、非磁性絶縁体膜14上に形成する記録用磁気ヘッドの強磁性体膜の厚さと比べ、非磁性体膜23の厚さは約0.1～2μm程度薄くすることが望ましい。このような寸法とすることにより、非磁性体膜23の上に強磁性体膜を形成し、その側面上に非磁性体膜を介して記録コアの強磁性体膜と結合させた時、両強磁性体膜に高さ方向の重なりを生じ、磁気的結合を確実にすることができます。

【0062】図6(B)に示すように、非磁性体膜23の上に、図2(D)、図3(A)～(C)、図4(A)、図5(B)同様の工程を行うことにより、図5(B)に示す再生ヘッド同様の再生ヘッド構造RHを作

成する。

【0063】図6(C)に示すように、非磁性体膜23および強磁性体膜6、7の斜面上に非磁性体膜18を成膜し、バターニングする。非磁性体膜18は、例えばA1, O<sub>x</sub>等の非磁性絶縁体で形成する。

【0064】図6(D)に示すように、前述の実施例と同様、選択メッキまたは成膜工程とバターニング工程により、強磁性体膜4、5、2、3を形成する。強磁性体膜6、7の膜厚は、強磁性体膜4、5の膜厚に較べて、等しいかもしくは $0.01\mu\text{m}$ から $0.3\mu\text{m}$ 程度薄く形成することが望ましい。

【0065】本実施例においては、強磁性体膜4、5と強磁性体膜6、7の磁気的結合の調整が、非磁性体膜18の厚さ方向のみでなく高さ方向の調整によっても行われる。従って、磁気的結合の強度を容易に調整することができる。

【0066】前述の実施例においては、磁気抵抗効果膜の面内の2か所に電極を形成し、面内方向の磁気抵抗を測定している。磁気抵抗は、面内方向の抵抗のみでなく面と垂直方向の抵抗もある。以下磁気抵抗効果膜の両面に電極を設け、磁気抵抗効果膜の面に垂直に電流を流す実施例を説明する。

【0067】図2(A)～(D)の工程を行い、非磁性絶縁膜14の表面に非磁性体膜15、強磁性体膜8、9を作成する。

【0068】図7(A)に示すように、非磁性体膜15およびその両側の強磁性体膜8、9の表面上に非磁性体絶縁膜20を成膜し、バターニングする。非磁性絶縁膜としては、例えばA1, O<sub>x</sub>等を用いる。次に下側電極19を成膜し、バターニングする。

【0069】続いて磁気抵抗効果膜10を成膜し、バターニングする。磁気抵抗効果膜の上に上側電極19を成膜し、バターニングする。磁気抵抗効果膜としては、膜厚方向に電流が流れることでより高い磁気抵抗効果を得られる。NiFe/Cu/NiFe/FeMn等のスピンドルブル膜、(CoFe/Cu)<sub>n</sub>等の人工格子膜等の巨大磁気抵抗効果膜を用いることが望ましい。

【0070】図7(B)に示すように、一対の電極19に挟んで磁気抵抗効果膜10を作成した後、レジスト等を用い非磁性絶縁膜20を成膜しバターニングする。この時、非磁性絶縁膜20の側面が、所望の順テーパー角を有するようにバターニングすることが望ましい。

【0071】図7(C)に示すように、図4(B)、(C)及び図5(B)を参照して説明した工程を行い、再生用磁気コアの強磁性体膜6、7および磁気ギャップを構成する強磁性体膜21、22を作成する。その後、強磁性体膜6、7の斜面上に非磁性体膜18を形成し、記録磁気ヘッドの強磁性体膜4、5、2、3を作成する。このようにして、磁気抵抗効果膜の膜厚方向に電流を流す再生磁気ヘッドを有する複合型薄膜磁気ヘッドが

得られる。

【0072】以上の説明においては、磁気抵抗効果膜10は、単一の部材として説明した。磁気抵抗効果膜は、好ましくはバイアス磁場を印加する構成等を有する。

【0073】図8は、磁気抵抗効果膜のより好ましい形態を示す。図8(A)は、磁気抵抗効果膜の両側に、磁場を印加するための構成を備えた構造を示す。図において、磁気抵抗効果膜30は、一对の高保磁力膜または反強磁性膜31、32に挟まれた構成を有する。端子19は、磁気抵抗効果膜30と高保磁力膜または反強磁性膜31、32と共に接続される形に形成される。

【0074】磁気抵抗効果膜30は、さらに種々の構成をとることができる。図8(A)の一点破線VIII-VIIIに沿う断面を例にとって説明する。

【0075】図8(B)は、異方性磁気抵抗効果膜を用いたSALバイアス構造を示す。磁気抵抗効果膜は、異方性磁気抵抗効果膜34の上に、非磁性膜35を介し、軟磁性膜36を積層した構成を有する。この積層構造の両端に、高保持力膜または反強磁性膜31、32が配置される。

【0076】図8(C)は、磁気抵抗効果膜として異方性磁気抵抗効果膜を用い、シャントバイアス構造をとった構成を示す。異方性磁気抵抗効果膜34の上に、絶縁膜37を介し、シャント導体膜38が積層される。この積層構造の両端に、一对の高保持力膜または反強磁性膜31、32が配置される。

【0077】図8(D)は、巨大磁気抵抗効果膜を用いた場合の構成を示す。巨大磁気抵抗効果膜39の両端に、高保磁力膜または反強磁性膜31、32が配置され、巨大磁気抵抗効果膜39に磁場を印加する。

【0078】図8(E)は、巨大磁気抵抗効果膜39の構成をより詳細に示す。巨大磁気抵抗効果膜39は、反強磁性膜39aの上に強磁性膜39bが積層され、さらに非磁性導電膜39cが積層され、その上に強磁性膜39dが積層された構成を有する。このような構成により、巨大磁気抵抗効果膜39が形成される。

【0079】以上説明した実施例において、磁気抵抗効果膜の面内方向に電流を流す構成は、上述の構成に置き換えることができる。

【0080】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものでない。例えば種々の

変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

#### 【0081】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、単一の磁気ギャップを有し、この磁気ギャップに再生用磁気ヘッドおよび記録用磁気ヘッドが磁気的に結合された水平型複合薄膜磁気ヘッドが得られる。比較的簡単な製造工程で高精度かつ高性能の水平型薄膜磁気ヘッドを得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による水平型薄膜磁気ヘッドの構成を示す断面図である。

【図2】図1に示す水平型薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明するための断面図である。

【図3】図1に示す水平型薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明するための断面図である。

【図4】図1に示す水平型薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明するための断面図である。

【図5】本発明の他の実施例による水平型薄膜磁気ヘッドの製造工程および得られる水平型薄膜磁気ヘッドの構成を示す断面図である。

【図6】本発明の他の実施例による水平型薄膜磁気ヘッドの製造工程および得られる水平型薄膜磁気ヘッドの構成を示す断面図である。

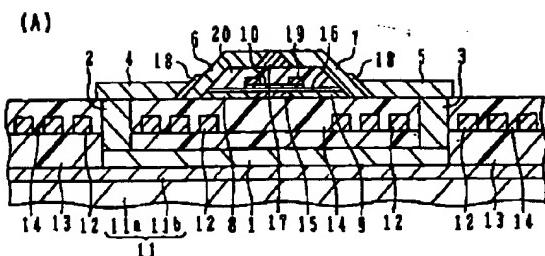
【図7】本発明の他の実施例による水平型薄膜磁気ヘッドの製造工程および得られる水平型薄膜磁気ヘッドの構成を示す断面図である。

【図8】再生磁気ヘッドの構造をより詳細に示す斜視図および断面図である。

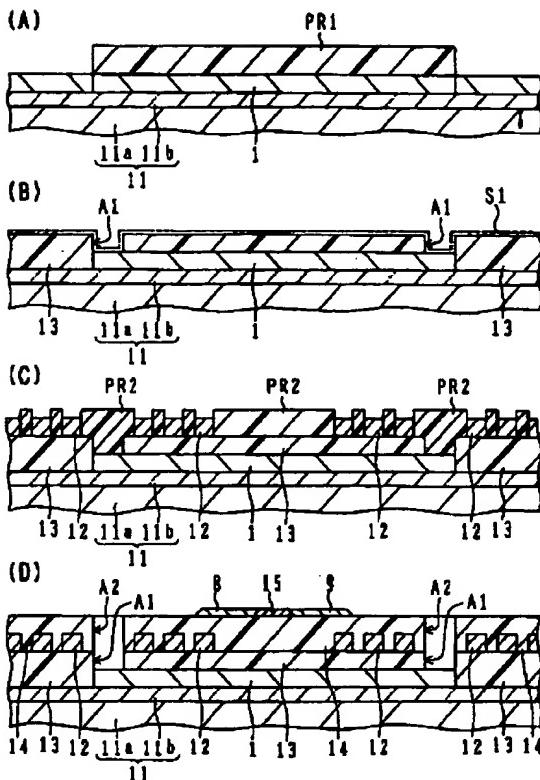
#### 【符号の説明】

1~9	強磁性体膜
10	磁気抵抗効果膜
11	基板
12	コイル
13、14、20	非磁性電気的絶縁膜
15	非磁性体膜
16	絶縁膜
17	非磁性絶縁膜
18	非磁性絶縁膜
19	電極

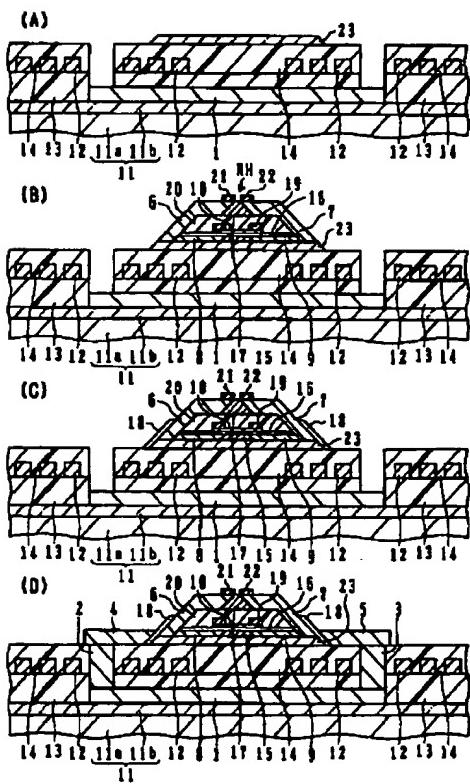
【図1】



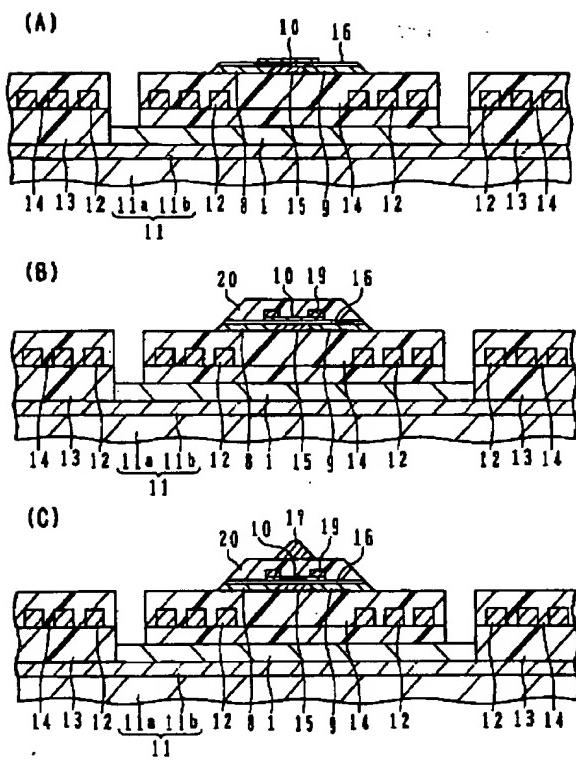
【図2】



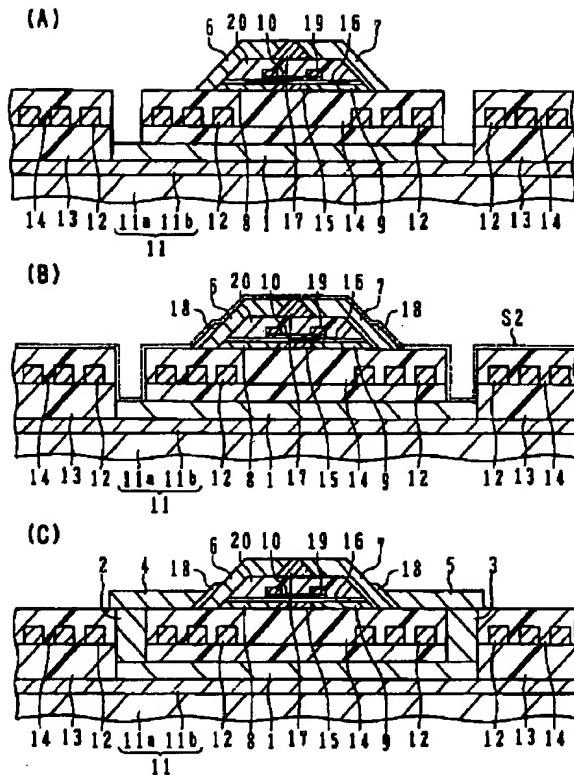
【図6】



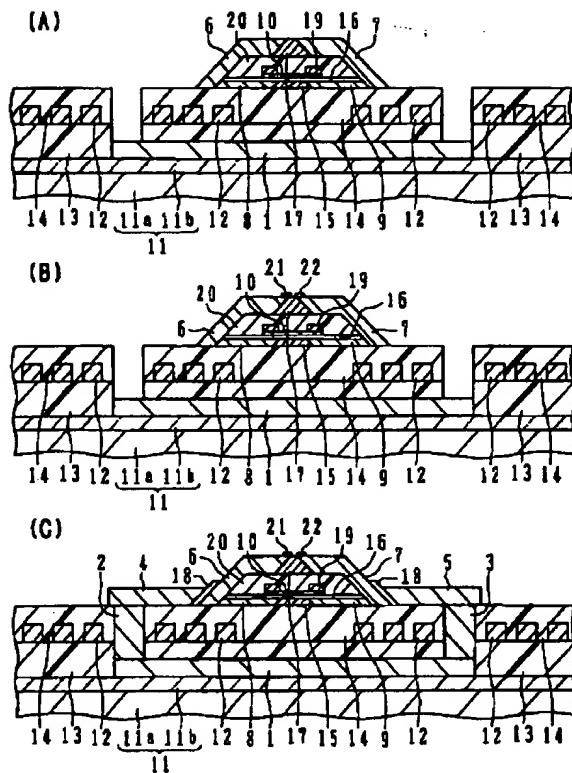
【図3】



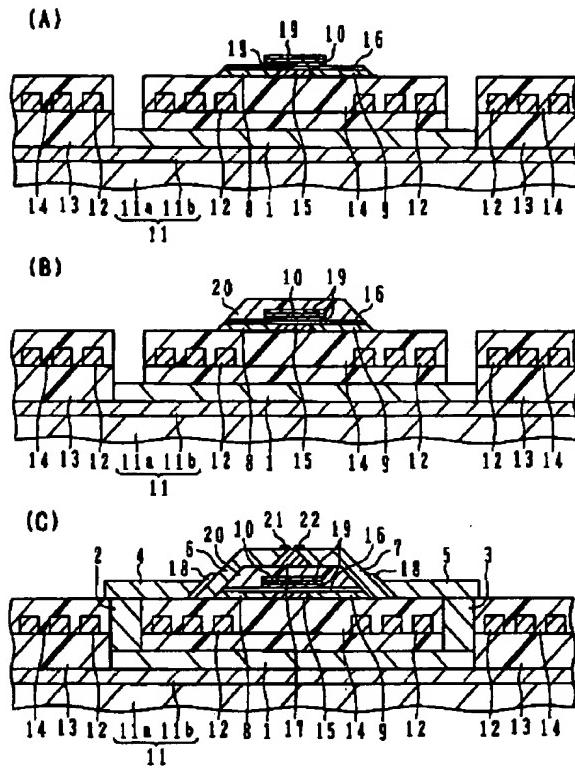
【図4】



【図5】



【図7】



【図8】

